



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“REDUCCIÓN DE DESCARTES EN LA PRODUCCIÓN DE EQUIPOS Y REPUESTOS
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA DMAIC EN LA EMPRESA
CONSORCIO METALÚRGICO S.A.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Jesus Ccala Torres

Asesor:

Ing. Carlos Pedro Saavedra López

Lima - Perú

2018

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1. Introducción.	13
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.3. Justificación	17
1.4. Objetivos.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
2. Antecedentes.....	19
2.2. Bases Teóricas.....	21
2.3. La Organización	25
2.4. Instalaciones y medios operativos	31
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	40
3.1. Etapa Definir	40
3.2. Etapa Medir.....	45
3.3. Etapa Analizar.....	50
3.4. Etapa Mejorar	59
3.5. Etapa Controlar.....	67
3.6. Desarrollo de los objetivos.....	70
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	75

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	76
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variación de la producción de acero 2016-2017 en el Mundo.....	13
Tabla 2 Variación de la producción de acero 2016-2017 en América Latina	14
Tabla 3 <i>Extracción de minerales en el Perú</i>	14
Tabla 4 Frecuencia de productos descartados enero – octubre 2017.....	16
Tabla 5 Defectos de producción mensual entre enero y octubre del 2017	41
Tabla 6 Frecuencia de fallas en el proceso Moldeo/Tapado.....	45
Tabla 7 Porcentaje de descartes de las toneladas producidas enero-octubre 2017..	47
Tabla 8 Variables críticas del proceso Moldeo/Tapado.....	51
Tabla 9 Propuesta de soluciones para los factores porosidad y atrapamiento de gases en actividad verter arena en molde inferior.	55
Tabla 10 Propuesta de soluciones para los factores porosidad y atrapamiento de gases en actividad verter arena en molde superior.....	56
Tabla 11 Propuesta de soluciones para los factores porosidad y atrapamiento de gases en actividad flameado de molde.	57
Tabla 12 Propuesta de soluciones para el factor rechupe en actividad presentación de modelo y sistema de alimentación.....	58
Tabla 13 Solución 1: Colocación correcta de canales de desfogue	59
Tabla 14 <i>Solución 2: Visto bueno en tarjeta de colada</i>	60
Tabla 15 Solución 3: Verificar que temperatura de molde no exceda valores permitidos.....	61
Tabla 16 Solución 4: Cambio del sistema de bombeo de resina y catalizador en proceso de mezcla de arena	62
Tabla 17 Costo de la implementación de las soluciones	65

Tabla 18 Porcentaje de descartes de las toneladas producidas noviembre-agosto 2018	67
Tabla 19 Porcentaje de descartes de las toneladas producidas noviembre-agosto 2018	71
Tabla 20 Pronostico de descartes noviembre 2017-agosto 2018 sin la mejora a un promedio de 5.25%	72
Tabla 21 Estimación de flujos mensuales de ahorro noviembre 2017 – agosto 2018	72
Tabla 22 Tabla de flujos valorizados al 31 de octubre del 2017	73
Tabla 23 Análisis económico de la aplicación de la metodología DMAIC en la reducción de descartes en la empresa Consorcio Metalúrgico S.A.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso Fuente: F. D'Alesio Autor: Elaboración propia	21
Figura 2. Etapas de la Metodología DMAIC Fuente: Lean Six Sigma Autor: Elaboración propia.....	23
Figura 3. Organigrama de la empresa Consorcio Metalúrgico S.A. Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia	27
Figura 4. Mapa de Procesos de COMESA Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración: Propia.....	28
Figura 5. Clientes del Consorcio Metalúrgico S.A. Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración: Propia.....	29
Figura 6. Lista de proveedores de COMESA Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	30
Figura 7. Plano de fabricación Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	31
Figura 8. Modelo de madera Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia.....	32
Figura 9. Moldeo Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	32
Figura 10. Tapado y Fusión Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia.....	33
Figura 11. Solidificación Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia.....	33
Figura 12. Desmolde de piezas fundidas Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	34
Figura 13. Tratamiento térmico Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	34

Figura 14. Acabado de piezas Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	35
Figura 15. Almacén de Fundición Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	35
Figura 16. Distribución de planta Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	36
Figura 17. Equipos producidos por COMESA Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	38
Figura 18. Ubicación del Problema de estudio Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	40
Figura 19. Diagrama de Pareto de fallas o productos descartados.	42
Figura 20. Área donde se originan el 64% de los descartes Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	42
Figura 21. Diagrama SIPOC del proceso Moldeo/Tapado Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	43
Figura 22. Factores críticos de calidad para el cliente interno Acabados Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	44
Figura 23. Diagrama de Pareto de factores críticos en el proceso Moldeo/Tapado Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	46
Figura 24. Porcentajes de descartes de la producción en toneladas enero – octubre 2017 Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	48
Figura 25. Prueba de normalidad de los datos de porcentajes de descartes enero – octubre 2017	48
Figura 26. Promedio de descarte enero – octubre 2017 Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia (Software Minitab)	49

Figura 27. Histograma de capacidad Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia (Software Minitab).....	49
Figura 28. Grafica de la capacidad del proceso antes de la mejora Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia (Software Minitab).....	50
Figura 29. Procesos donde se genera porosidad, rechupe y atrapamiento de gases Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	51
Figura 30. Imagen de porosidad (X1) Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	52
Figura 31. Imagen de rechupe (X2) Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	53
Figura 32. Imagen de atrapamiento de gases (X3) Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia.....	53
Figura 33. Diagrama de Ishikawa de exceso de descartes Fuente: Consorcio Metalúrgico S.A. Autor: Elaboración Propia	54
Figura 34. Imágenes de caída por gravedad de resina y catalizador sobre arena Fuente: COMESA.....	63
Figura 35. Sistema de bombeo de resina y catalizador sobre arena implementada Fuente: COMESA.....	64
Figura 36. Diagrama de Gantt de la implantación de las soluciones Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia	65
Figura 37 Diagrama de flujo del proceso moldeo/tapado y las mejoras implementadas	66
Figura 38. Porcentaje de descartes noviembre 2017 – agosto 2018 Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia	68

Figura 39. Prueba de normalidad de los datos de porcentaje de descartes noviembre 2017- agosto 2018 Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia.....	68
Figura 40. Promedio de descartes noviembre 2017 – agosto 2018 Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia	69
Figura 41. Histograma de capacidad noviembre 2017 – agosto 2018 Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia.....	69
Figura 42. Gráfica de capacidad del proceso post mejora noviembre 2017 – agosto 2018 Fuente: COMESA Autor: Elaboración propia.....	70

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Bernal, C., & Osorio, C. (2015). Optimización del Proceso Productivo de la Sección de Pintura de la Empresa Industrias Cruz Hermanos S.A. mediante la Metodología Seis Sigma. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Libre de Colombia, Bogotá.
- Breyfogle, F. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Collier, D., & Evans, J. (2009). *Administración de operaciones. bienes, servicios y cadena de valor*. Mexico: Cengage Learning.
- D'Alessio, F. (2004). *Administración y Dirección de la Producción*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Ordoñez, W., & Jorge, T. (2014). Análisis y Mejora de Procesos en una Empresa Textil Empleando la Metodología DMAIC. (*Tesis de Pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Perez, E., & Garcia, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC - Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. New York: McGraw Hill.
- Reinoso, G. (2016). Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma. (*Tesis de Pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Vega, W. (2012). Mejora de proceso de fundición aplicando la metodología Lean Six Sigma. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Yang, K. (2003). *Design for Six Sigma A Roadmap for Product Development*. New York: McGraw-Hill.